Acta Zootaxonomica Sinica, 32 (4): 906- 912 (Oct., 2007) ISSN 1000-0739
动物分类学报

中国马尾松木上伞滑刃属线虫新种记述

王宏毅[1] 张绍升[2]
1. 厦门出入境检验检疫局 福建厦门 361012
2. 福建农林大学植物保护学院 福建福州 350002

摘 要 在福建省泉州市南安的马尾松树上发现伞滑刃属线虫 1 新种，拟小松伞滑刃线虫 *Bursaphelenchus parapinasetri* sp. nov.，新种热杀死体形及形态测量值大小与小松伞滑刃线虫 *B. pinasteri* 非常相似，但两者区别主要为：新种口针长，有基部球，雌虫无阴门盖，而近似种则与之相反；两者雄虫交合刺、交合伞形态及尾部乳突数量等方面特征也不同。

关键词 寄生滑刃科，伞滑刃属，新种，形态学，马尾松木.
中图分类号 Q959.172

2004年在对福建省枯死松树原因调查中，从泉州市南安的马尾松 *Pinus massoniana* Lamb. 枯死木中分离到 1 种伞滑刃线虫，经鉴定为 1 新种，并命名为拟小松伞滑刃线虫 *Bursaphelenchus parapinasteri* sp. nov.，形态描述如下。

1 材料与方法

1.1 材料

材料采自砍伐于福建省泉州市南安枯死的马尾松木材，用塑料袋密封后带回实验室，供线虫分离。

1.2 线虫分离

将包装木劈成10 mm× 10 mm× 100 mm的木条，置于漏筛中，并放入浅盘的水中浸泡24 h后，用800 μm和38 μm的套筛过滤水中线虫分离液，并用少量的蒸馏水将38 μm筛上收集的线虫洗到培养皿中放进4 ℃冰箱中保存待用。取一部分线虫液置于电热板上经 50~ 60 ℃缓慢加热杀死后用 TAF 固定液固定、保存（王宏毅等，2004）。

1.3 线虫形态学观测

用 Leitz DIAPLAN 显微镜和 Nikon DIAPHOT 倒置显微镜，以 TAF 固定液为浮载剂，对线虫整体形态特征进行形态观察和测量，虫体的内部结构经乳酚油快速脱水后观察，并绘图和拍照，记录其形态特征；用 De Man 公式测量相关数据（张绍升，1999），交合刺长度的测量方法参照有关文献，取交合刺近端髁突顶端至交合刺末端的直线距离（Brassch *et al.*，2002）。对线虫头部、侧区、阴门、泄殖腔和尾部乳突等细微结构的观察，采用戊二醛、锇酸固定，叔丁醇梯度脱水，真空干燥方法制作线虫扫描电镜样品（张绍升等，2006），用 Philips XL30E 扫描电子显微镜在 20kV 加速电压下观察、拍照。

1.4 标本制作、种的鉴定

正模、配模和副模标本以固定后的成虫经缓慢脱水封存于甘油中，并制成玻片保存（刘维志，1995；张绍升，1999）。根据形态特征的观察和测量结果，查核该属相关种类记录资料及近几年所发表的新种，特别是与中国有关的新种文献资料（Baujard, 1980; Brassch *et al.*, 2001; Brassch *et al.*, 2004a; Brassch *et al.*, 2004b; Gu *et al.*, 2005; Gu *et al.*, 2006; Hunt, 1993; Palmisano, 2004; Penas, 2004; Ryss *et al.*, 2005; Tarjan *et al.*, 1937; 王金成等，2005），作种的鉴定。

2 结果

2.1 分类地位

拟小松伞滑刃线虫 *Bursaphelenchus parapinasteri* sp. nov. 隶属滑刃目 Aphelenchida，滑刃总科 Aphelenchoidoidea，寄生滑刃科 Parasitaphelenchidae，伞滑刃属 *Bursaphelenchus*（Hunt，1993）。

2.2 测量值

正模：L= 715 μm, a= 39.1, b= 9.9, b′= 5.1, c= 20.4, c′= 3.1, V= 71.3, 口针长= 13.8 μm, 中食道球长19.8 μm, 宽13.8 μm, 卵巢长197.5 μm, 后阴子宫囊70 μm, 尾长35 μm。

配模：L= 653 μm, a= 32.6, b= 9.0, b′= 21.4,

福建省自然科学基金资助项目（B0210019）.
收稿日期：2007-04-05，修订日期：2007-07-16.

c= 21.4, c′ = 2.1, T= 25.8, 口针长= 13.8 μm, 交合刺长= 13.8 μm, 中食道球长17.5 μm、宽12.5 μm。

副模：雌虫（*n* = 20）：L= 705 ±56.0（610~780）μm, a= 37.3 ±1.8（34.9~ 40.4），b= 8.6 ±1.1（5.6~ 10.3），b′ = 4.4 ±0.6（3.1~ 5.2），c= 20.3 ±1.8（16.3~ 23.4），c′ = 3.1 ±0.27（2.7~3.8），V= 72.5 ±2.4（64.9~ 75.8），口针长= 14.4 ±0.6（13.8~ 15.0）μm, 尾长= 34.9 ±3.6（30.0~42.0）μm; 雄虫（*n* = 20）：L= 630 ±62.6（530~726）μm, a= 37.1 ±2.8（31.4~ 42.2），b= 8.1 ±0.6（7.0~ 9.3），b′ = 4.8 ±0.6（3.9~ 5.6），c= 22.8 ±1.7（20.0~ 26.3），c′ = 2.2 ±0.2（1.9~2.8），T= 53.1 ±4.9（44.6~ 58.9），口针长= 14.0 ±0.9（12.5~ 15.0）μm, 交合刺长度= 14.0 ±0.7（12.5~ 15.0）μm, 尾长= 27.6 ±1.7（25.0~ 31.3）μm。

2.3　形态描述

雌虫　虫体较纤细，中等大小，缓慢加热杀死后明显向腹面弯曲成 C 形（图 1, 13）；体环细且明显，侧区约占体宽的 1/7, 在虫体中部有 3 条侧线，在前体部汇合成 1 条，延伸至接近头部，3 条侧线向后延伸至尾部，并逐渐消失（图 4, 25）。头部稍缢缩，唇区高圆，无环纹（图 2, 15），唇瓣 6 片（图 24）。口针长 13.8~ 15.0 μm, 针锥细尖，长度为口针长的 2/5, 基杆较粗，基部稍微膨大（图2, 15）。食道前体部圆筒形，长约为中食道球 2~ 3 倍，与中食道球连接处无明显缢缩；中食道球卵圆形，瓣膜清晰，位于中食道球中部或偏后，食道峡部短；食道腺长叶状，长度约为食道与肠连接处体宽的 2~ 4 倍，覆盖于肠背面；神经环位于中食道球后；排泄孔位于神经环处（图 3, 14）。生殖腺单管型，直、前伸，长度约为体长的 1/3, 最长不超过体长的 50%；阴门横裂，位于虫体中后部（图 1），阴唇微突，无阴门盖，阴道斜裂（图 4, 16, 26）；后阴子宫囊长约为肛阴距的 1/3 至 1/2（图 1）。直肠长，长度约为肛门处体宽的 1.5 倍，肛阴距约为尾长的 5~6 倍（图 5, 17）；肛门后部明显骨化，尾部因此陡然收缩变窄，尾部圆锥形，向腹面弯曲，末端尖，尾长约为肛门处体宽的 3 倍（图 5, 17, 27）。

雄虫　除尾部弯成钩状外，体形、头部、口针和前体部与雌虫相似。单精巢、直、前伸，前端有回折（图 1）；交合刺，成对，不愈合，髁突突起，钝圆，喙突细长，末端尖，个别钝，髁突和喙突几乎同在一平面上，杆状体瘦长，垂直于髁突、喙突伸出，并向腹面弯曲，末端平截，无盘状突，长度在 13~ 15 μm之间（图 6~ 7, 18~ 19）；无引带；泄殖腔后唇明显增厚（图 8, 18~ 19, 28）；尾部末端的交合伞小，仅包住尾端，通常后缘尖，呈锐三角形（图 9, 20, 28），有的平截，呈刻齿状或不规则形，长度为 2~ 5μm（图 10~ 11, 21~ 22），个别个体的交合伞残缺，仅在尾部末端两侧残留一小部分（图 12, 23）；尾部有 3 对乳突，1 对肛侧乳突，位于泄殖腔前方两侧，2 对肛后乳突，其中 1 对位于中后部，1 对位于交合伞起始处（图 8~ 9, 18~ 19, 28）。

2.4　模式产地及模式寄主植物

标本来自于福建省泉州市南安的马尾松 *Pinus massoniana* Lamb. 枯死树杆中。

2.5　模式标本保存地

模式标本保存于厦门出入境检验检疫局技术中心植物检疫实验室。

2.6　鉴别特征及其与近似种比较

新种的主要鉴别特征是：雌虫和雄虫热杀死后都明显弯向腹面，成 C 形；侧线 3 条；雌虫阴门无阴门盖，阴道斜裂向前，直肠长，肛门后部骨化，尾部因此在腹面陡然收宿变窄；雄虫交合刺，成对，不愈合，髁突突起钝圆，喙突细长，末端尖，个别钝，髁突和喙突几乎同在一平面上，杆状体瘦长，向腹面弯曲，末端钝，无盘状突，长度平均为 14.0 μm, 泄殖腔后唇明显增厚，交合伞小，仅包住尾部末端。

经查核该属相关种类记录资料及近几年所发表的新种文献，新种与小松伞滑刃线虫 *B. pinasteri* Baujard, 1980 极为近似（Baujard, 1980）：两者都具有一些共同特征：雌虫和雄虫热杀死后都明显弯向腹面，成“C”形，侧线 3 条；雌虫直肠长，并尾因肛门后骨化在腹面陡然收宿变窄；雄虫泄殖腔后唇增厚等。另外，在形态测量值方面，两者除体长和口针长度测量值有稍微差异外，其余的测量值也十分相近，具体见表 1。新种与小松伞滑刃线虫两者主要区别在于：1）新种口针基部稍微膨大，（cf：小松伞滑刃线虫不膨大）；2）新种雌虫无阴门盖，尾部无尾尖突，（cf：小松伞滑刃线虫雌虫有阴门盖，尾部有尾尖突）；3）新种雄虫交合刺髁突突起，喙突细长，末端尖，或钝，髁突与喙突几乎同在一平面上，杆状体瘦长，（cf：小松伞滑刃线虫交合刺髁突长，向前延伸，喙突较短，髁突与喙突成钝角，杆状体粗壮）；4）新种雄虫交合伞短小，仅包住尾部末端，尾部肛后乳突 2 对，（cf：小松伞滑刃线虫交合伞宽大，呈卵圆形，包住尾部 1/3 以上，尾部肛后乳突 1 对）。

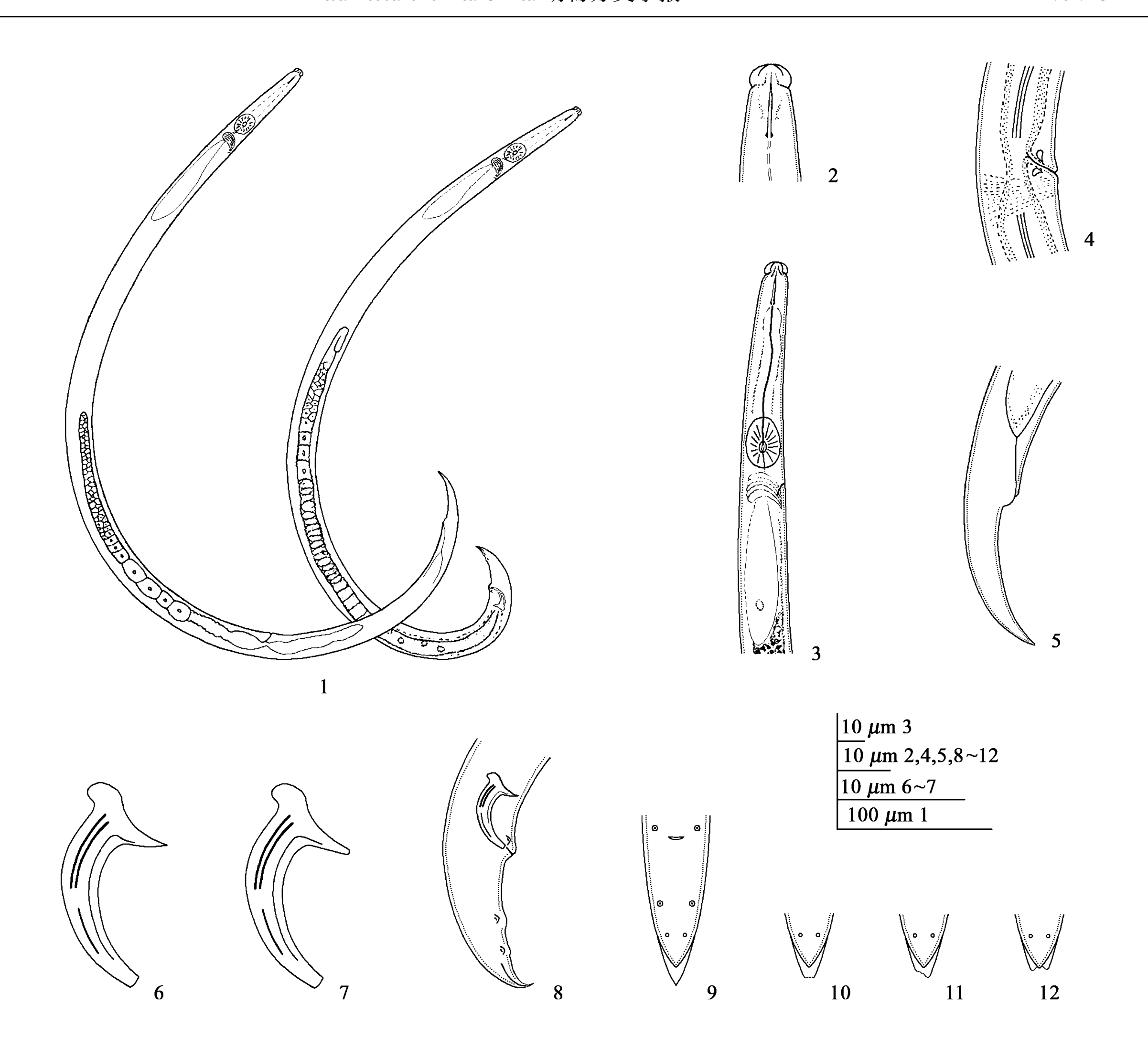


图 1~ 12 拟小松伞滑刃线虫，新种 *Bursaphelenchus parapinasteri* sp. nov.

1. 雌虫（前）和雄虫（后）(female & male) 2. 雌虫头部 (cephalic end of female) 3. 雌虫前部侧面观 (anterior part of female, lateral view) 4. 雌虫侧区及阴门 (lateral lined and vulval region of female) 5. 雌虫尾部侧面观 (female tail, lateral view) 6~ 7. 交合刺侧面观 (spicule, lateral view) 8. 雄虫尾部 (male tail) 9~ 12. 雄虫尾部末端，示交合伞 (tip of male tail showing bursa)

表 **1** 拟小松伞滑刃线虫新种与小松伞滑刃线虫形态测量值比较

Table 1. Comparison of morphometrics between Bursaphelenchus parapinasteri **sp. nov. and** B. pinasteri **Baojard, 1980.**

	拟小松伞滑刃线虫，新种 *B. parapinasteri* sp. nov.（中国，马尾松）		小松伞滑刃线虫, *B. pinasteri* Baojard, 1980（法国，小松）	
	♀	♂	♀	♂
N	20	20	17	17
L/μm	705 (610~ 780)	630 (530~ 726)	600 (550~ 650)	550 (500~ 620)
a	37 (35~ 40)	37 (31~ 42)	42 (35~ 47)	45.5 (42~ 51)
b	7 (6~ 10)	8 (7~ 9)	10 (8~ 11)	9 (8~ 10)
b′	4 (3~ 5)	5 (4~ 6)	?	?
c	20 (16~ 23)	23 (20~ 26)	20 (19~ 25)	22 (20~ 25)
c′	3 (3~ 4)	2 (2~ 3)	?	?
V	73 (65~ 76)	—	71 (69~ 73)	—
tail L./μm	35 (30~ 42)	28 (25~ 31)	?	?
Stylet/μm	14 (14~ 15)	14 (13~ 15)	12 (11~ 13)	12 (11~ 13)
T	—	53 (45~ 59)	—	48 (43~ 63)
spi/μm*	—	14 (13~ 15)	—	13 (12~ 14)

* 交合刺长的测量值取从交合刺髁突顶端至交合刺末端的直线距离.

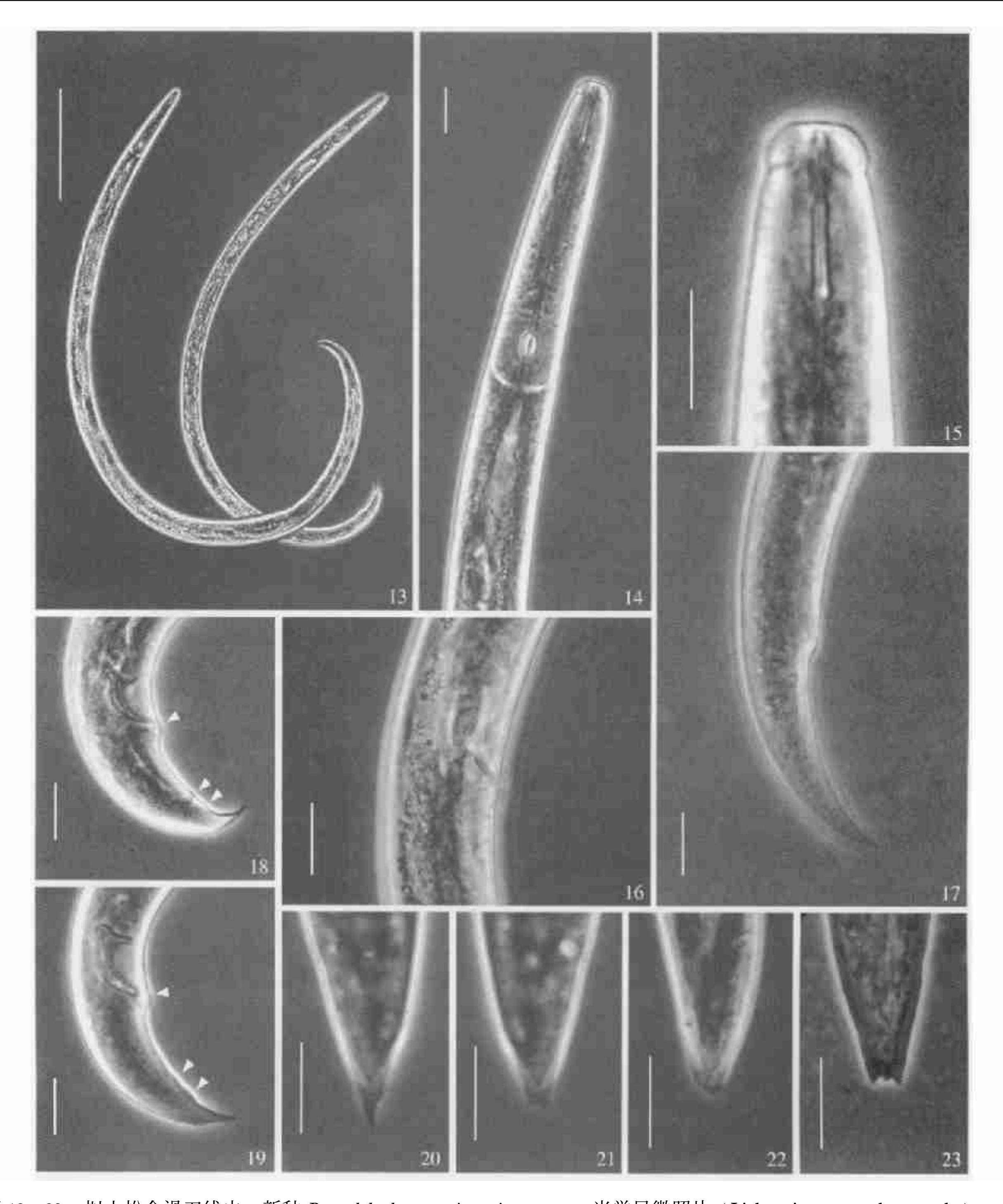


图 13~ 23 拟小松伞滑刃线虫，新种 *Bursaphelenchus parapinasteri* sp nov.，光学显微照片（Light microscopy photography）
13. 雌虫（前）和雄虫后（female & male） 14. 雌虫前部（anterior part of female） 15. 雌虫头部（cephalic end of female） 16. 雌虫阴门（vulval region of female） 17. 雌虫尾部（female tail） 18~ 19. 雄虫尾部及交合刺侧面观，箭头所指为尾部乳突所在的部位（male spicule，lateral view，papillae marked by arrows） 20~ 23：雄虫尾部末端交合伞，交合伞（male tail，showing bursa） 比例尺（scale bars）：13= 100μm, 14~ 23= 10μm

词源：新种与小松伞滑刃线虫非常相似，故命名为拟小松伞滑刃线虫。

3 讨论

拟小松伞滑刃线虫新种与近似种小松伞滑刃线虫两者在形态上具有雌、雄虫热杀死后都明显弯向腹面呈“C”形，雌虫尾因肛门后骨化在腹面陡然收宿变窄，及雄虫泄殖腔后唇增厚等共同特征，是它们不同于该属线虫其它种类所独有的。

伞滑刃属线虫的交合刺有着形态特别、构造较

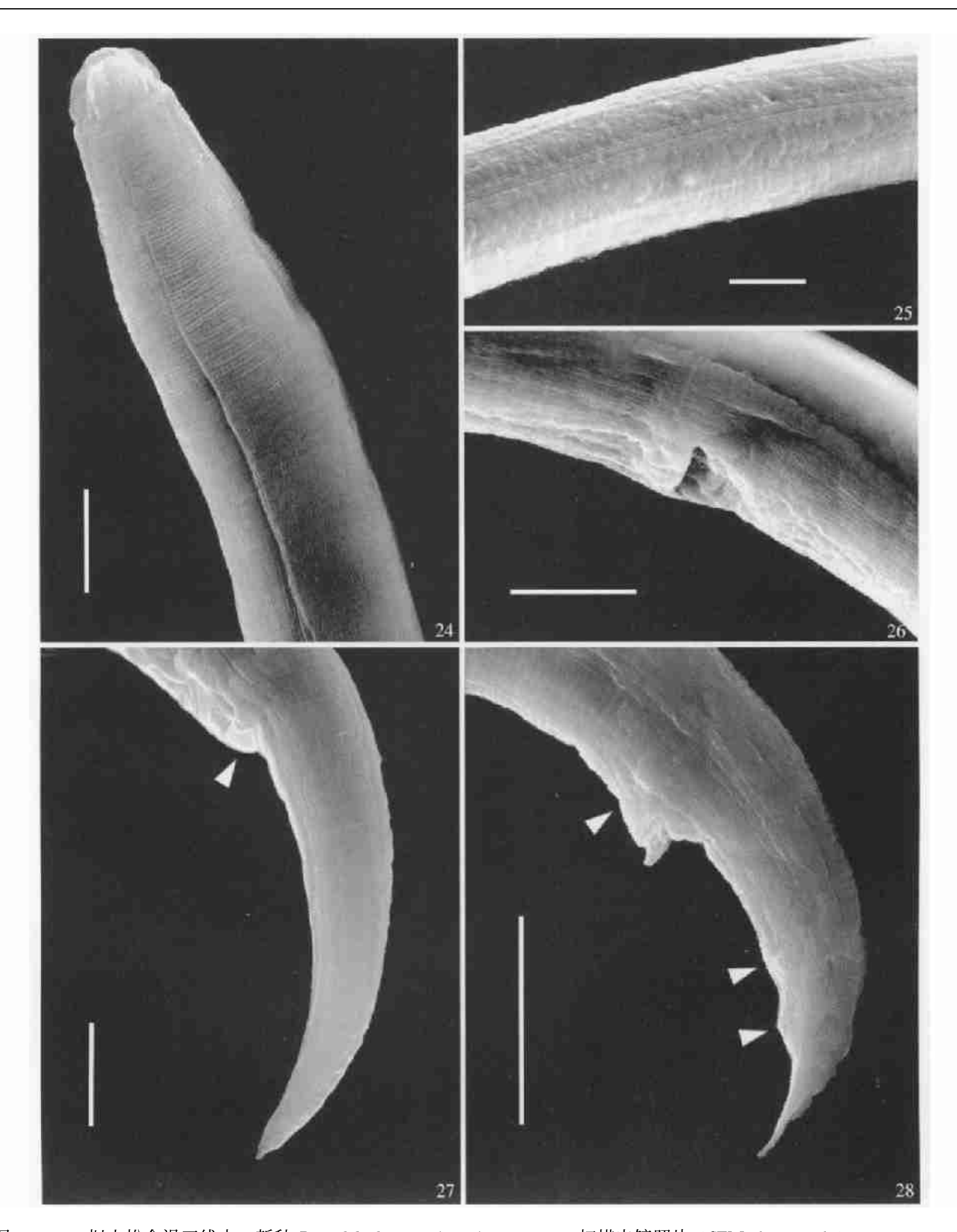


图 24～28　拟小松伞滑刃线虫，新种 *Bursaphelenchus parapinasteri* sp. nov.，扫描电镜照片 (SEM photography)
24. 雌虫前部侧面观 (anterior part of female)　25. 虫体侧区 (female lateral field)　26. 雌虫阴门 (vulval region of female)
27. 雌虫尾部，箭头所指的部位为骨化的肛门后部 (female tail, ossified region marked by arrows)　28. 雄虫尾部，箭头所指的部位为尾部乳突所住处 (male tail, and papillae marked by arrows)　比例尺 (scale bars): 24～27 = 5 μm, 28 = 10 μm

为复杂的特征，即使种内个体存在细微变异，整体形态特征较为稳定，但种间形态特征差异显著，交合刺是该属种的重要鉴定特征 (Ryss *et al*., 2005)。拟小松伞滑刃线虫新种与近似种小松伞滑刃线虫两者交合刺明显差异是区分这 2 个种的主要依据。两者其他特征 (口针、交合伞和尾部乳突数量) 的差异，更进一步说明两者之间存在种间差异。在地理分布上，前者只在中国福建省南安的马尾松上发现，

后者分布在地中海北部沿岸地区的小松上 (Baujard, 1980; Penas *et al*., 2004)。两者各自局部分布在 2 个相隔甚远的区域, 且寄生在各自的乡土树种上。

伞滑刃属线虫雄虫在交合刺和交合伞形态上普遍存在着个体差异, 如莱奴尔夫伞滑刃线虫交合刺髁突有多种变化 (王宏毅等, 2004; 王宏毅等, 2005); 松材线虫和拟松材线虫的交合伞形态也千变万化 (刘伟等, 1995)。拟小松伞滑刃线虫新种虽然种群数量不大, 但雄性个体在交合刺和交合伞也存在一些差异: 交合刺长度大小在 13~ 15 μm之间变动外, 喙突较尖, 但个别较钝; 交合伞普遍后缘尖细, 但个别后缘或平截, 或残缺。然而相对于种间的差异, 种内这些差异很小。

伞滑刃属线虫交合伞形态也是一个参考特征, 虽然有时种间差异不很明显, 而种内又存在有个体差异, 应围绕它在尾部的着生方式、起始位置、宽度和长度, 及尾端延伸部分的形态及其变化等方面, 来描述和比较交合伞在种内形态特征和个体变异, 以及种间差异。

REFERENCES (参考文献)

Baujard, P. 1980. Trois nonveles especes de *Bursaphelenchus* (Nematoda: Tylenchida) et remarques sur le genre. *Revue Nematol*, 3: 167-177.

Brassch, H. 2001. *Bursaphelenchus* species in conifers in Europe: distribution and morphological relationships. *EPPO Bulletin*, 31: 127-142.

Brassch, H. and Brassch-Bidasak, R. 2002. First record of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 in Thailand and description of *B*. *thailandae* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae). *Nematology*, 4: 853-863.

Braasch, H., Gu, J-F, Brugermeister, W. and Zhang, J-C 2004a. *Bursaphelenchus doui* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) in packaging wood from Singapore - a new species of the *B*. *xylophilus* group. *Russian Journal of Nematology*, 12: 19-27.

Braasch, H 2004b. A new *Bursaphelenchus* species (Nematoda: Parasitaphelenchidae) sharing characters with Ektaphelenchidae from the People′s Republic of China. *Zootaxa*, 624: 1-10.

Gu, J-F, Zhang, J-C, Braasch, H. and Burgermeister, W. 2005. *Bursaphelenchus singaporensis* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) in packaging wood from Singapore - a new species of the *B*. *xylophilus* group. *Zootaxa*, 988: 1-12.

Gu, J-F, Braasch, H., Burgermeister, W., Brandstetter, M. and Zhang, J-C 2006. Description of *Bursaphelenchus yongensis* sp. n. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) isolated from Pinus massoniana in China. *Russian Journal of Nematology*, 14: 91-99.

Hunt, D. J. 1993. Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: Theirsystematics and bionomics. CAB International, Wallingford, UK. 129-142.

Liu, W and Yang, B-J 1995. Comparison on the shape of male spicules between *Bursaphelenchus xylophilus* and *B*. *mucronatus*. *Forest Research*, 8: 223-225. [刘 伟, 杨宝君, 1995. 松材线虫和拟松材线雄虫交合伞形状比较. 林业科学研究, 8: 223~ 225]

Liu, W-Z 1995. Technology of Study for Plant Nematology. Liaoning Science and Technology Publishing House, Shenyang. 88-95. [刘维志, 1995. 植物线虫学研究技术. 沈阳: 辽宁科学技术出版社. 88~ 95]

Palmisano, A M., Ambrogioni, L., Tomiczek, C. and Brandstetter, M. 2004. *Bursaphelenchus sinensis* sp. n. and *B*. *thailandae* Braasch et Braasch-Bidasak in packaging wood from China. *Nematologia Mediterranea*, 32: 57-65.

Penas, A. C., Correia, P., Bravo, M. A., Mota, M. and Tenreiro, R. 2004. Species of *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Nematoda: Parasitaphelenchidae) associated with maritime pine in Portugal. *Nematology*, 6: 437-453.

Ryss, A., Vieira, P., Mota, M., and Kulinich, O. 2005. A synopsis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937 (Aphelenchida: Parasitaphelenchidae) with keys to species. *Nematology*, 73: 393-458.

Tarjan, A. C. and Beazar Aragon, C. 1982. An analysis of the genus *Bursaphelenchus* Fuchs, 1937. *Nematropica*, 12: 121-144.

Wang H-Y, Yang, Z-F and Zhang, S-S 2004. *Bursaphelenchu rainulfis* Brassch, 2002, a new record species in Japan and its identification. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University* (Natural Science Edition), 33: 34-37. [王宏毅, 杨再福, 张绍升, 2002. 日本针叶木伪伞滑刃线虫鉴定及其近似种的比较. 福建农林大学学报 (自然科学版), 33: 34~ 37]

Wang H-Y, Yang, Z-F and Zhang, S-S 2005. Identification of *Bursaphelenchu rainulfi* from withered pine in Fujian Province. *China Journal of Fujian College of Forestr*, 25: 221-224. [王宏毅, 杨再福, 张绍升, 2005. 湿地松、马尾松木莱奴尔夫伞滑刃线虫新记录描述. 福建林学院学报, 25: 221~ 224]

Wang, J-C, Yu, B-Y and Lin, M-S 2005. Description of a new species (Nematoda: Parasitaphelenchidae) isolated from wood packaging material. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 30: 314-319. [王金成, 余本渊, 林茂松, 2005. 木质包装材料中线虫一新种 (线虫门, 滑刃科) 记述. 动物分类学报, 30: 314~ 319]

Zhang S-S 1999. Plant Nematode Diseases Diagnoses and Control. Liaoning Science and Technology Publishing House, Fuzhou. 89-91. [张绍升, 2005. 植物线虫病害诊断与治理. 福州: 福建科学出版社. 89~ 91]

Zhang, S-S, Zhang, S-L, Wang, H-Y and Chen, Y-F 2006. Characteristics of sweet potato stem nematode in China. *Acta Phytopathologica Sinica*, 36: 22-27. [张绍升, 章淑玲, 王宏毅, 陈玉芬, 2006. 甘薯茎线虫的形态. 植物病理学报, 36: 22~ 27]

DESCRIPTION OF BURSAPHELENCHUS PARAPINASTERI SP. NOV. (NEMATODA, PARASITAPHELENCHIDAE) IN WOOD OF PINUS MASSONIANA FROM FUJIAN PROVINCE, CHINA

WANG Hong-Yi[1,2], ZHANG Shao-Sheng[2]

1. *Xiamen Entry & Exit Inspection & Quarantine Bereau, Xiamen* 361012, *China*

2. *College of Plant Protection, Fujian Agricultuare and Forestry University, Fuzhou* 350002, *China*

Abstract *Bursaphelenchus parapinasteri* sp. nov. collected from the wood of *Pinus massoniana* from China was described and illustrated. Both female and male are of moderate length ranging from 610-780 μm and 530-726 μm in the female and male individuals respectively. The species has a slender body (a= 35-40 in female and 31-42 in male). It has 3 incisures in the lateral fields and body strongly curves ventrally as G-shape when killed by gentle heat. The lip region was round and slightly narrower than body, lacking labial annules, en face view showing six equal lips positioned closely together. Stylet is 14 μm long with slight basal swelling knobs. In female, vulval flap absents, the tail with a long rectum narrows suddenly for ossification after anus and become point in the terminus. In male, spicule is 14 μm long with a spinous rostrum and a high condylus, 3 pairs of caudal papillae with 1 adanal and 2 postanal. Thin bursa located in the tail terminus is finely pointed; few individual is truncate with posterior edge straight or dentate, or deformed.

This species is similar to *B. pinasteri* Baujard, 1980 in the curved shape of both sex body, lateral fields with 3 incisures and the tail character of female, but it differs from the latter in stylet length (14 μm vs 12 μm) with slight basal swelling knobs, lack of vulval flap, spicules with distinct rostrum and condylus, the amount of postanal papillae (2 pairs vs 1 pair), and the bursa character.

Eytmology. This new species is named for its similarity to *B. pinasteri*.

Holotype ♀, Fujian (Nan′an) (24° 57′ N, 118°23′ E), Maweisong, *Pinus massoniana* Lamb., 14 Sep. 2004, coll. WANG Hong-Yi. Paratype 1 ♂, Fujian (Nan′an), 14 Sep. 2004, coll. WANG Hong-Yi.

Key words Parasitaphelenchidae, *Bursaphelenchus*, new species, morphology, identification, wood of *Pinus massoniana*.